Environment Canada Environnement Canada

Pesticide Distribution, Lower Ottawa River, 1986

J.C. Merriman* and J.L. Metcalfe†

*Water Quality Branch
Ontario Region
Burlington, Ontario

†Rivers Research Branch
National Water Research Institute
Burlington, Ontario

TECHNICAL BULLETIN NO. 160

INLAND WATERS DIRECTORATE
ONTARIO REGION
WATER QUALITY BRANCH
BURLINGTON, ONTARIO, 1988

(Disponible en français sur demande)

Published by authority of
the Minister of the Environment

© Minister of Supply and Services Canada 1988

Cat. No. En 36-503/160 E

ISBN 0-662-16037-1

Contents

	Page
ABSTRACT	v
RÉSUMÉ	v
INTRODUCTION	1
METHODOLOGY	1
Water	2
Sediment	3
Biota	4
RESULTS AND DISCUSSION	4
Chlorophenols	4
Water	4
Sediment	6
Biota	7
Organochlorine pesticides	7
Water	7
Sediment	7
Biota	9
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
ACKNOWLEDGMENTS	10
REFERENCES	10

Tables

1. Stations, dates and media sampled, Ottawa River, 1986	1
2. Chlorophenols in Ottawa River water, 1986	5
3. Chlorophenols in Ottawa River bottom sediment, 1986	5
4. Chlorophenols in Ottawa River mussels (*E. complanata*), 1986	6
5. Chlorophenol freshwater aquatic life guideline exceedences	6
6. Particle size analysis and organic carbon in Ottawa River bottom sediment, 1986	6
7. Size and weight of *E. complanata*, Ottawa River, 1986	7
8. Organochlorine pesticides in Ottawa River water samples, 1986	8
9. Organochlorine pesticides in Ottawa River bottom sediment, 1986	8
10. Organochlorine pesticides in Ottawa River mussels (*E. complanata*), 1986	9
11. Organochlorine pesticide freshwater aquatic life guideline exceedences	9

Illustrations

Figure 1.	Ottawa River sampling sites, 1986	2
Figure 2.	Flow diagram of large-volume extractor	3

Abstract

The Water Quality Branch, Ontario Region, surveyed the lower Ottawa River during 1986 to determine the concentration and distribution of chlorophenols (CPs) and organochlorine pesticides (OCs) in water, bottom sediment and biota.

Concentrations of CPs and OCs in water were well below established guidelines for the protection of freshwater aquatic life and were found for the most part to be below the analytical detection limit for OCs in both sediment and biota. Chlorophenol concentrations in sediment and biota were also very low.

Résumé

La Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, a effectué en 1986 une étude du cours inférieur de la rivière des Outaouais pour déterminer la concentration et la répartition des chlorophénols (CP) et des pesticides organochlorés (OC) dans l'eau, les sédiments de fond et les organismes aquatiques.

Les concentrations de CP et d'OC dans l'eau étaient bien inférieures à celles recommandées pour la protection des formes de vie dulcicoles. Dans les sédiments et les organismes aquatiques, les teneurs en OC étaient la plupart du temps inférieures au seuil de détection, et les concentrations de chlorophénols étaient également très faibles.

Pesticide Distribution, Lower Ottawa River, 1986

J.C. Merriman and J.L. Metcalfe

INTRODUCTION

The water quality of the Ottawa River from the National Capital Region (NCR) downstream to the Ontario-Quebec border is influenced by a number of point and non-point source inputs. These include numerous municipal and industrial discharges in the Ottawa-Hull area as well as inputs from pulp and paper mills in Ottawa-Hull, Gatineau, Masson and Thurso. There is considerable agriculture in the lower part of the Ottawa River basin resulting in non-point source runoff directly into the river or its tributaries.

The Water Quality Branch (WQB), Ontario Region, as part of a departmental Pestfund study, carried out a survey on the lower Ottawa in conjunction with the National Water Research Institute (NWRI) of Environment Canada. The objective of the survey was to ascertain the concentration and distribution of organochlorine pesticides and chlorophenols in water, bottom sediment and biota, as well as to determine the potential origin and effects on water uses of the pesticides.

Organochlorine pesticides (OCs) and chlorophenols (CPs) were specifically chosen for study because OCs have been detected in water in the National Capital Region (Merriman and McCrea, 1985; Coordinating Committee for Water Quality in the Ottawa River, 1986) and CPs have been found in pulp and paper mill discharges (Health and Welfare Canada, 1980). Furthermore, several of the substances are on the list of active ingredients for the 1986 Pesticide Registrant Survey (Environment Canada, 1987) and can be quantitatively analyzed by the National Water Quality Laboratory (NWQL) in Burlington, Ontario.

Chlorophenols are a major group of chemicals with a variety of uses based on their pesticidal or biocidal activity. They can be used as bactericides, slimicides, fungicides, herbicides and insecticides. Their primary use in Canada is as a wood preservative, but other preservative uses are for paint, drilling muds, photographic solutions, hides, leather and textiles. They are used as antimicrobials in industrial cooling systems and pulp and paper mills, and in the agricultural sector as herbicides and pesticides.

Chlorophenols enter the aquatic environment in a number of ways, including via industrial effluents from pulp and paper mills and wood treatment plants. They may also enter bodies of water from the chlorination of sewage treatment plant effluents, the chlorination of drinking waters that contain phenols, and as nonpoint source runoff from agricultural lands (Jones, 1981). CPs are widespread in the aquatic environment and have also been found in precipitation (Jones, 1981; National Research Council of Canada, 1982).

Organochlorine compounds are used mainly for insecticidal purposes in both domestic and commercial applications. All of the organochlorines are imported (these compounds are not manufactured in Canada) and all are registered for use in Canada by Agriculture Canada. The organochlorines in comparison with other insecticides, such as organophosphates and carbamates as well as herbicides, show a higher toxicity to aquatic life, have a higher potential for uptake and bioconcentration, and are more persistent in aquatic ecosystems (Edwards, 1977).

METHODOLOGY

The sampling sites are shown in Figure 1. Table 1 indicates dates and media sampled.

Table 1. Stations, Dates and Media Sampled, Ottawa River, 1986

Station	Date of sampling	Water	Sediment	Mussel (*E. complanata*)
South Nation	86-07-16	Yes	Yes	Yes (caged)
Treadwell A	86-07-16	Yes	Yes	Yes (caged)
Treadwell B	86-07-16	Yes	Yes	No
Treadwell C	86-07-16	Yes	Yes	Yes (caged)
Carillon A	86-07-15	Yes	Yes	Yes (resident)
Carillon B	86-07-15	Yes	Yes	No
Carillon C	86-07-15	Yes	Yes	Yes (caged)

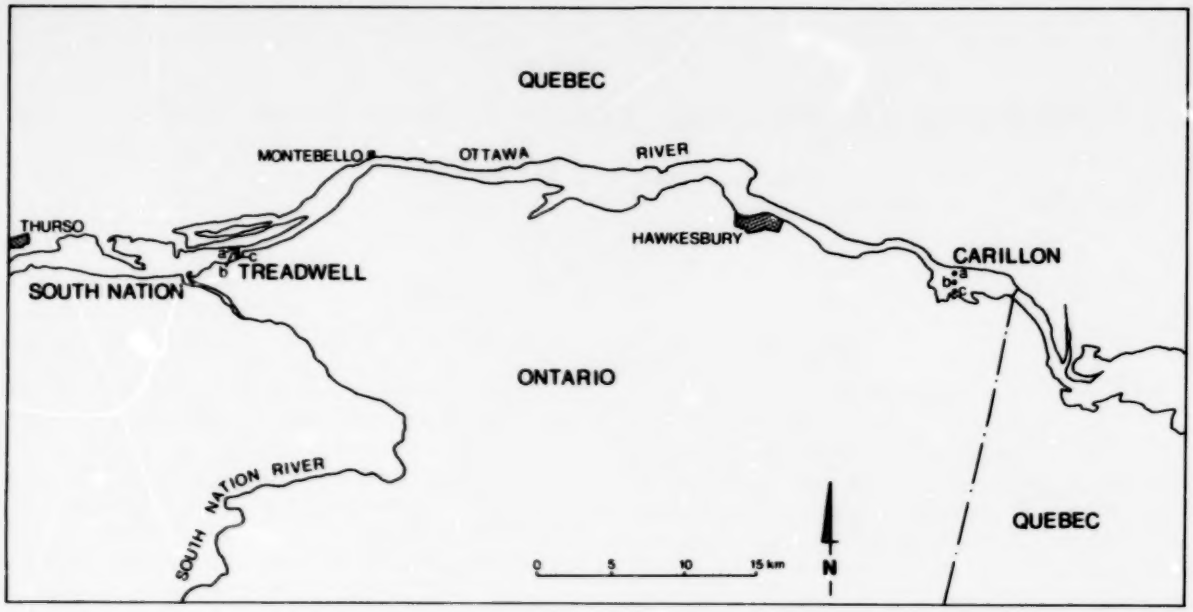

Figure 1. Ottawa River sampling sites, 1986.

Water

River water was clarified on site using a Westfalia separator. Water was pumped at a rate of 6 $L \cdot min^{-1}$ using a March 5C-MD submersible magnetic drive pump. A Teflon hose encased in stainless steel was used as a transfer line between the pump and centrifuge.

Two pre-cleaned 20-L stainless steel containers were used to hold each large-volume organochlorine sample. Chlorophenol samples were collected in 1-L pre-cleaned, pre-acidified glass bottles and refrigerated until time of analysis.

The large-volume samples were returned daily to a trailer in Ottawa where they were extracted using a continuous-flow extractor, recently developed by NWRI (Goulden and Anthony, 1985). It is a mixer-settler extractor that isolates and concentrates trace organics from water into dichloromethane (DCM) (Fig. 2). Initially, 200 mL of glass distilled DCM was pumped into the mixing chamber, and the solvent pump rate re-established to sustain that volume of solvent. A glass wand, inserted into the end of the Teflon water feed line, was submerged in the stainless steel container and the water feed pump started at a rate of 640 $mL \cdot min^{-1}$. As ambient water temperatures were around 20°C, the heater tube was not used. Surrogate standards were added to the sample at 1.4 $mL \cdot min^{-1}$ using a metering pump. The run time was recorded to determine the volume of standards added. After all the sample had passed through the extractor, the water, solvent, and spike feed pumps and the stirrer were shut off and the run time recorded. After the DCM separated from the water, it was drained from the bottom of the mixing chamber into a Teflon separatory funnel. The solvent extract was then transferred into a 500-mL pre-cleaned amber glass bottle. Water in the extractor was drained into the separatory funnel, then re-used to wash the packed column. Any remaining DCM was collected and added to the amber bottle, which was stored in the dark at 4°C until analysis at the National Water Quality Laboratory.

In the laboratory, the DCM extracts were cleaned and concentrated to an appropriate volume for direct GLC analysis. Detection and measurement was completed using electron capture gas chromatography.

Chlorophenol samples were extracted with DCM. The DCM extract was then base-partitioned with 2% potassium bicarbonate. The phenols in the basic extract were derivatized and cleaned on a silica gel column before GLC analysis using an electron capture detector.

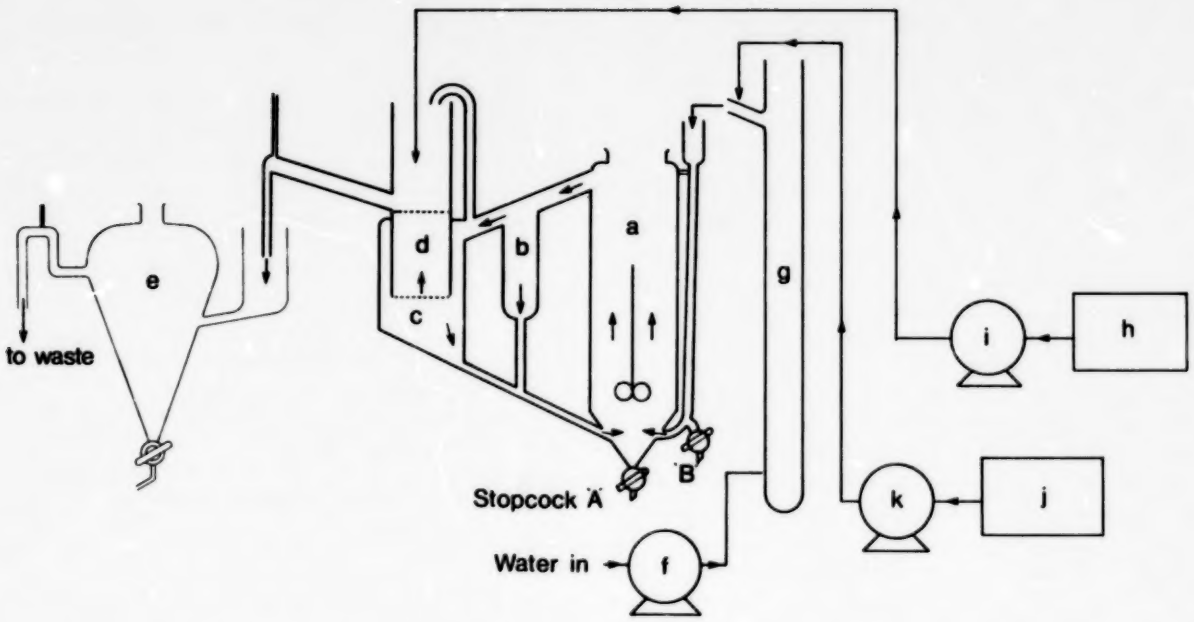

Figure 2. Flow diagram of large-volume extractor (from Neilson *et al.*, 1987). *a* – mixing chamber; *b* – first settling chamber; *c* – second settling chamber; *d* – packed column; *e* – separator trap; *f* – metering pump - water; *g* – heater tube; *h* – solvent bottle; *i* – solvent make-up pump; *j* – surrogate standards bottle; *k* – "spiking" pump.

Sediment

Bottom sediments were collected at all stations using a Ponar dredge. The top 3 cm of the sample was removed, placed in solvent-washed glass jars with foil-lined caps, and frozen.

Before analysis, samples were thawed, excess water was decanted and the sample homogenized. Sediment was extracted with 1:1 hexane-acetone, and partitioned with water and back extracted into benzene. The combined extracts were dried, reduced in volume, subjected to gel permeation chromatography and further cleaned on a silica gel column from which two fractions were obtained. Each fraction was analyzed using GLC for organochlorine pesticides.

Sediment for chlorophenol analysis was acidified to pH 1, then Soxhlet extracted with acetone-hexane. The extract was base-partitioned with 2% sodium bicarbonate solution, and then acetylated while being extracted into petroleum ether. The resulting extract was dried and concentrated before being cleaned on a silica gel column. The fraction containing the phenol acetates was collected for determination by GC-ECD and GC-MSD analyses.

Organic carbon and nitrogen content in sediment samples was determined by thermal combustion at 850°C to form CO_2, H_2O and N_2 gases which were then separated chromatographically. Quantitation was made with a thermal conductivity detector coupled with a recorder and electronic integrator.

Particle size analysis on bottom sediment was determined using the sieve and sedigraph method, which provides percentages for gravel, sand, silt and clay. Samples were freeze-dried and gently broken up with a mortar and pestle. All particles large enough to block the sedigraph suction tube (0.80 mm) were removed. The sample was then dispersed in a Calgon suspension and automatic analysis was done with the sedigraph. Results were processed with SIZDIST, a FORTRAN IV computer program

(Sandilands and Duncan, 1980). A more detailed description of the methodology may be found in Duncan and LaHaie (1979).

Biota

Elliptio complanata collected from Balsam Lake, a pristine source, were placed in stainless steel cages at all sites. After approximately ten weeks of exposure in the river, the mussels were removed, frozen and transported back to the laboratory. Resident mussels were collected using a Ponar dredge. They were frozen immediately and returned to the laboratory on completion of the survey. Both resident and caged mussels were analyzed for organochlorine pesticides, chlorophenols and lipid content. Unfortunately, the cages at the Carillon A site were missing on return at the end of the ten-week exposure period, and thus the data at this site are based on resident mussels only.

For organochlorine pesticide analysis, mussel tissue was homogenized and dried by adding sodium sulphate. Lipids were extracted with dichloromethane. Lipid removal was done on a gel permeation column and a silica gel column was used for further cleanup. Each of the two resulting fractions were quantified by GLC analysis.

Chlorophenols were analyzed by acidifying the tissue and extracting with toluene. The extract was then dried with acidified sodium sulphate. Lipids were removed using a gel permeation column. The extract was base-extracted, derivatized with acetic anhydride, then passed through a silica gel column and quantified by GC-MSD.

Lipid content in mussels was determined by homogenizing sodium sulphate and petroleum ether with the tissue. The residue was then Soxhlet extracted with petroleum ether. The extract after distillation to 1 mL was dried overnight and weighed to determine the percent lipid content.

RESULTS AND DISCUSSION

Chlorophenols

Water

Speciated chlorophenol analyses in the National Water Quality Laboratory commenced in 1986. Because of the new method development, no detection limits had been established at the time of writing, and chlorophenols were reported as nanograms per sample. When detection limits are established, some of the samples in which trace amounts were found will most likely be below their analytical detection limit.

Chlorophenol data for water, sediment and mussels are presented in Tables 2, 3 and 4. Of 20 chlorophenols analyzed, only four were detectable. Those detected included 4-chlorophenol (4-CP); 2,4,6-trichlorophenol (2,4,6-TCP); 3,4,5-trichlorophenol (3,4,5-TCP); and pentachlorophenol (PCP). With the exception of 3,4,5-TCP, all the chlorophenols detected in this study are commercially used or marketed in Canada (Jones, 1981).

Concentrations of individual chlorophenol isomers in Ottawa River water were less than 100 $ng \cdot L^{-1}$, with the exception of one sample in which the concentration of 3,4,5-TCP was slightly higher. As shown in Table 5, all concentrations in water were well below the Canadian water quality guidelines for the protection of freshwater aquatic life (CCREM, 1987).

The most frequently detected chlorophenol in water, 4-CP, was found at every site and ranged in concentration from 6 to 75 $ng \cdot L^{-1}$. The 3,4,5-TCP isomer was detected in five out of seven water samples and ranged in concentration from ND to 115 $ng \cdot L^{-1}$. Carey *et al.*, (1986) report that 3,4,5-TCP is the major degradation product in the anaerobic dehalogenation of PCP. Another trichlorophenol (2,4,6-TCP) was found in four out of seven water samples in concentrations ranging from ND to 17 $ng \cdot L^{-1}$. Pentachlorophenol was detected in four water samples but only in trace amounts with a maximum concentration of 5 $ng \cdot L^{-1}$.

Concentrations of chlorophenols in water show two anomalies. First, concentrations found in the South Nation River near its confluence with the Ottawa River were the lowest of all the stations sampled. With the exception of trace amounts of 4-CP, all other chlorophenols were non-detectable. This station was selected because it was thought to be representative of agricultural land use. The chlorophenol levels found in water suggest that chlorophenol input from agricultural sources is very low. Both 2,4,6-TCP and PCP, however, were found in *E. complanata*, suggesting sources of chlorophenols in the watershed.

Secondly, concentrations were consistently the highest at the Carillon A station. This is most likely due to inputs from pulp and paper mills located along the Quebec shore in Gatineau, Masson and Thurso, and also from municipal discharges. These major point source inputs are also located upstream from the Treadwell transect as well, yet the Treadwell A station showed lower concentrations than found downstream at Carillon A. There may be other point source inputs downstream from the Treadwell site which caused the higher concentrations at Carillon.

Table 2. Chlorophenols in Ottawa River Water, 1986 (ng)

Compound	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
2-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophenol	6	41	14	64	75	16	24
5-Methyl-2-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Methyl-4-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophenol	ND	ND	3	12	17	3	ND
2,3,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophenol	ND	12	31	18	115	14	ND
2,3,5,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophenol	ND	ND	2	3	5	2	ND

Note: All samples = 1 L.
ND = Non-detectable.

Table 3. Chlorophenols in Ottawa River Bottom Sediment, 1986 (ng)

	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
Sample weight (g)	40.18	47.85	42.09	33.33	32.92	26.56	40.00
2-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5-Methyl-2-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Methyl-4-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	96.6	ND	ND	ND
2,3,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophenol	ND	ND	ND	341.0	ND	ND	ND

ND = Non-detectable.

Table 4. Chlorophenols in Ottawa River Mussels (*E. complanata*), 1986 (ng)

	South Nation (caged)	Treadwell (caged) A	Treadwell (caged) C	Carillon (resident) A	Carillon (caged) C	Balsam Lake
Lipid content (%)	0.99	0.98	0.68	1.13	0.85	0.69
Sample weight (g)	10.82	10.25	9.68	8.34	10.22	11.87
2-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5-Methyl-2-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Methyl-4-chlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophenol	20.6	13.1	16.6	17.1	21.4	ND
2,3,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophenol	28.1	ND	18.0	ND	22.0	ND

ND = Non-detectable.

Table 5. Chlorophenol Freshwater Aquatic Life Guideline Exceedences

Compound	Guideline ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Concentration range ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Exceedences
Monochlorophenols	7	0.006–0.075	0
Dichlorophenols	0.2	ND	0
Trichlorophenols	18	ND–0.132	0
Tetrachlorophenols	1	ND	0
Pentachlorophenol	0.5	ND–0.005	0

ND = Non-detectable.

These two anomalies highlight the deficiencies of a one-time sampling survey which may not reflect ambient or general water quality conditions. More frequent sampling would have to be done before more conclusive findings could be made.

Sediment

Chlorophenols were detected in only one sediment sample at low concentrations (Table 3). Pentachlorophenol and 2,4,6-TCP were found at the Treadwell C station in the low parts per billion range. All other samples showed no detectable levels of chlorophenols.

Particle size analysis results of the bottom sediment proved to be quite variable (Table 6). The clay-sized fraction was the lowest at the Treadwell C station, while organic carbon content was the highest. Karickhoff *et al.* (1979) reported that sorption of hydrophobic compounds on sediments was directly related to organic carbon content of the sediment. This is probably a more important factor than particle size and may account for the chlorophenol detections at Treadwell C.

Table 6. Particle Size Analysis and Organic Carbon in Ottawa River Bottom Sediment, 1986 (%)

Station	Gravel	Sand	Silt	Clay	Organic carbon
South Nation	0	10.8	45.5	43.8	1.6
Treadwell A	0	43.1	40.2	16.8	3.8
Treadwell B	0	32.5	39.9	27.6	3.2
Treadwell C	0	77.9	9.0	13.1	4.0
Carillon A	0	4.9	54.6	40.5	0.9
Carillon B	0	14.3	43.7	42.1	2.4
Carillon C	0	12.9	52.1	35.0	1.7

Biota

The shell size and tissue weight of *E. complanata* are presented in Table 7. The lipid content is given in Table 4. The Carillon A station was the only site at which resident *E. complanata* were analyzed. At all of the other sites caged *E. complanata* were analyzed after approximately two months of exposure. There was no apparent difference between the caged mussel results and the resident mussel results. Pentachlorophenol and 2,4,6-TCP were the only isomers found in mussel tissue. In the case of 2,4,6-TCP, it was found in every sample, while PCP was detected in three out of five samples. Concentrations of 2,4,6-TCP in *E. complanata* showed little spatial variation with concentrations ranging from 1.3 to 2.1 $ng \cdot g^{-1}$, while PCP concentrations ranged from non-detectable to 2.6 $ng \cdot g^{-1}$. Chlorophenol concentrations appear to be quite low and reflect ambient or background levels.

Table 7. Size and Weight of *E. complanata*, Ottawa River, 1986

Station	Size (mm)	Weight (g)
South Nation	7.55	16.64
(caged)	7.04	12.45
	7.29	14.89
	6.75	16.31
	7.10	14.37
Treadwell A	7.12	14.22
(caged)	7.02	10.83
	6.30	15.68
	7.22	12.96
	6.44	11.24
Treadwell C	6.90	11.06
(caged)	6.72	9.08
	6.12	12.88
	6.76	11.94
	6.22	9.78
Carillon A	6.65	13.73
(resident)	7.53	14.38
	7.20	9.17
Carillon C	6.30	12.52
(caged)	6.75	11.68
	6.46	9.33
	6.71	12.73
	7.27	10.18
Balsam Lake	6.54	16.00
	7.02	10.43
	7.25	11.51
	6.36	16.82
	6.67	12.80

Size – Shell length.
Weight – Tissue only.

Bioconcentration factors (BCFs) were calculated for stations where chlorophenols were detectable in both water and mussels. Treadwell C and Carillon A BCFs for 2,4,6-TCP were 142 and 124, respectively, and the Treadwell C station had a BCF of 633 for PCP. Bioconcentration factors tend to increase with the higher chlorinated phenols. Although uptake of chlorophenols has been shown to be fast, depuration is also quite rapid (Ontario Ministry of the Environment, 1984).

Organochlorine Pesticides

Water

Results for the 17 organochlorine pesticides analyzed in water, sediment and biota are presented in Tables 8, 9 and 10. Five out of 17 pesticides and metabolites were detected at very low concentrations in large-volume water samples. Of those detected, namely α-BHC and γ-BHC (lindane), dieldrin, heptachlor epoxide and p,p′-DDE, each compound displayed very little variation in concentration. α-BHC and lindane, which are ubiquitous in the aquatic environment, were detected in all of the water samples collected. Concentrations ranged from 1.5 to 1.6 $ng \cdot L^{-1}$ for the isomer, while lindane was found in concentrations ranging from 0.4 to 1.4 $ng \cdot L^{-1}$. α-BHC showed very little spatial variation, whereas lindane concentrations ranged from 0.4 to 0.5 $ng \cdot L^{-1}$ at the Ottawa River stations to almost three times higher at the South Nation site. Although it is only one sample, it suggests that lindane is being used in the South Nation River watershed.

Dieldrin was the only other organochloride detected in all of the samples, with concentrations ranging from 0.06 to 0.07 $ng \cdot L^{-1}$. As in the case of BHC, it is also widespread in the aquatic environment. Heptachlor epoxide was found in five out of seven samples, ranging from non-detectable to 0.04 $ng \cdot L^{-1}$. The only other parameter detected in water was p,p′-DDE, which ranged from non-detectable to 0.06 $ng \cdot L^{-1}$. It is a breakdown product of DDT, which was restricted in use in 1972.

Freshwater aquatic life guidelines, as formulated by the Canadian Council of Resource and Environment Ministers (1987) for organochlorine pesticides, were not exceeded (Table 11). All concentrations were well below the established guidelines, which suggests that the concentrations found are no threat to aquatic life.

Sediment

Organochlorine pesticides were below the analytical detection limit of 4 $ng \cdot g^{-1}$ in bottom sediment samples (Table 9). A number of pesticides were below the detection limit but not confirmed. They included α-chlordane, p,p′-

DDE, and p,p'-TDE, which for the most part were found in concentrations below 1 $ng \cdot g^{-1}$. Contamination of bottom sediments is not a problem for the parameters examined.

The degradation products of DDT, namely p,p'-DDE a p,p'-TDE, were found in trace amounts, as in the case p,p'-DDE in water.

Table 8. Organochlorine Pesticides in Ottawa River Water Samples, 1986 ($ng \cdot L^{-1}$)

Compound	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
α-BHC	1.550	1.605	1.565	1.600	1.463	1.470	1.470
Lindane	1.350	0.448	0.500	0.495	0.428	0.435	0.438
Heptachlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor epoxide	ND	0.026	0.036	0.031	0.029	0.032	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDE	0.058	0.037	0.045	0.053	ND	ND	ND
Dieldrin	0.072	0.059	0.074	0.065	0.073	0.073	0.073
Endrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Methoxychlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non-detectable.

Table 9. Organochlorine Pesticides in Ottawa River Bottom Sediment, 1986 ($mg \cdot kg^{-1}$)

Compound	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
α-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lindane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor epoxide	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dieldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Methoxychlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non-detectable.

Table 10. Organochlorine Pesticides in Ottawa River Mussels (*E. complanata*), 1986 ($mg \cdot kg^{-1}$)

	South Nation (caged)	Treadwell (caged) A	Treadwell (caged) C	Carillon (resident) A	Carillon (caged) C	Balsam Lake
Lipids (%)	0.99	0.98	0.68	1.13	0.85	0.69
α-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lindane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor epoxide	ND	ND	ND	ND	ND	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-DDE	0.005	ND	0.004	ND	ND	ND
Dieldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p′-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulphan	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Methoxychlor	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non-detectable.

Table 11. Organochlorine Pesticide Freshwater Aquatic Life Guideline Exceedences

Compound	Guideline ($ng \cdot L^{-1}$)	Concentration range ($ng \cdot L^{-1}$)	Exceedences (%)
BHC isomers	10	1.9–2.9	0
Dieldrin	4	0.059–0.074	0
Heptachlor epoxide	10	ND–0.036	0
DDT + metabolites	1	ND–0.058	0

ND = Non-detectable.

Biota

Organochlorine pesticides were virtually absent in mussel tissue. Only two out of 17 were detected regularly and of the two, only p,p′-DDE was found above the detection limit (Table 10). The highest DDE concentration was found in the South Nation River, as in the case of water, which suggests that background levels for DDE are slightly higher in this watershed due to agricultural activity. All other stations had concentrations in *E. complanata* below the detection limit. α-BHC was found in trace amounts below the detection limit at four out of five sites, suggesting that there is uptake of this compound by *E. complanata*.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The water quality of the Ottawa River with respect to the pesticides examined is very good. Levels of both CPs and OCs were very low in water and well below the recommended guidelines for the protection of freshwater aquatic life as established by the Canadian Council of Resource and Environment Ministers (1987). There is no restriction on water use as a result of the levels found in this study.

Concentrations of both CPs and OCs in sediment and *E. complanata* were very low when detected. In some cases there were slight elevations in concentrations, suggesting increased usage or input from point and/or non-point sources.

Only 4 out of 20 chlorophenols and 7 out of 17 organochlorine pesticides were found to be present. Of these, water was the medium in which there was the highest frequency of detection for both CPs and OCs, while biota ranked second in percent detections in CPs and third for OCs. Bottom sediment proved to be a poor medium for detecting chlorophenols.

Some spatial variability was evident in the data. The highest chlorophenol concentrations in water were found at

the Carillon A station, possibly due to pulp and paper mill effluents along the Quebec shoreline. The only two detections of chlorophenols in bottom sediments were found at the Treadwell C station. Although CPs were not found in the bottom sediment of the South Nation nor farther downstream at Carillon along the Ontario shoreline, they were found in *E. complanata* at both the South Nation and Carillon C sites.

Lindane was found to be almost three times higher in water from the South Nation River compared with the Ottawa River sites. DDE in water and *E. complanata* were also higher at this station. It appears that some organochlorine compounds were used in agricultural applications in the South Nation watershed, resulting in slightly higher levels at this site compared with the Ottawa River.

In the lower Ottawa River, where concentrations of CPs and OCs are very low, water is the preferential medium for sampling to determine presence or absence, because detection limits are at the sub parts per trillion level, whereas sediment and biota detection limits are at the parts per billion level. Further work is required to evaluate whether suspended sediments would be a better sampling medium than bottom sediments and whether other biota such as juvenile fish would be better than mussels for the determination of the concentration and distribution of chemical substances.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank J. Kraft and R. Elliott for their field assistance and National Water Quality Laboratory staff for their timely analysis of the samples.

REFERENCES

Canadian Council of Resource and Environment Ministers (CCREM). 1987. *Canadian Water Quality Guidelines*. Ottawa.

Carey, J.H., M.E. Fox, and J.H. Hart. 1986. The distribution of chlorinated phenols in the north arm of the Fraser River estuary. NWRI Contribution Series No. 86-45, Environmental Contaminants Division, National Water Research Institute, Burlington, Ontario.

Coordinating Committee for Water Quality in the Ottawa River. 1986. Water Quality in the Ottawa River 1985. Ottawa.

Duncan, G.A., and G.G. LaHaie. 1979. Size analysis procedures used in the Sedimentology Laboratory, National Water Research Institute. Hydraulics Division, National Water Research Institute, Burlington, Ontario.

Edwards, C.A. 1977. Nature and origins of pollution of aquatic systems by pesticides. In *Pesticides in Aquatic Environments*, M. Khan (ed.), Plenum Press, New York.

Environment Canada. 1987. Pesticide Registrant Survey 1986 Report, Environment Canada – Agriculture Canada. Commercial Chemicals Branch, Conservation and Protection, Ottawa.

Goulden, P.D., and D.H.J. Anthony. 1985. Design of a large sample extractor for the determination of organics in water. NWRI Contribution Series No. 85-121, Analytical Methods Division, National Water Research Institute, Burlington, Ontario.

Health and Welfare Canada. 1980. Phenols. In *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality 1978*. Supporting Documentation. Supply and Services Canada, Ottawa.

Jones, P.A. 1981. Chlorophenols and their impurities in the Canadian environment. EPS 3-EC-81-2, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa.

Karickhoff, S.W., D.S. Brown, and T.A. Scott. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments. Water Res., 13: 241-48.

Merriman, J.C., and R.C. McCrea. 1985. Trace organic contaminants in the Ottawa River, National Capital Region, 1980. Tech. Bull. No. 136, Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Burlington, Ontario.

National Research Council of Canada. 1982. Chlorinated Phenols: Criteria for Environmental Quality. Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Ottawa.

Neilson, M.A.T., R.J.J. Stevens, J. Biberhofer, P.D. Golden, and D.H.J. Anthony. 1987. A large-sample extractor for determining organics in the Great Lakes. Tech. Bull. No. 157, Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Burlington, Ontario. In press.

Ontario Ministry of the Environment. 1984. Chlorinated Phenols in the Aquatic Environment. Scientific Criteria Document for Standard Development, No. 2-84, Water Resources Branch, Toronto, Ontario.

Sandilands, R.G., and G.A. Duncan. 1980. SIZDIST – A computer program for size analysis. Hydraulics Division, Tech. Note Rep. No. 80-08, National Water Research Institute, Burlington, Ontario.

Environnement Canada Environment Canada

Répartition des pesticides dans le cours inférieur de la rivière des Outaouais, 1986

J.C. Merriman* et J.L. Metcalfe†

*Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ontario
Burlington (Ontario)

†Direction de la recherche sur les cours d'eau
Institut national de recherche sur les eaux
Burlington (Ontario)

ÉTUDE N° 160, COLLECTION DES RAPPORTS TECHNIQUES

DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES
RÉGION DE L'ONTARIO
DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX
BURLINGTON (ONTARIO) 1988

(Available in English on request)

Publié avec l'autorisation
du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988

N° de cat. En 36-503/160F

ISBN 0-662-94792-4

Table des matières

Page

RÉSUMÉ v

ABSTRACT v

INTRODUCTION 1

MÉTHODES 1
- Eau 2
- Sédiments 3
- Organismes aquatiques 4

RÉSULTATS ET DISCUSSION 4
- Chlorophénols 4
  - Eau 4
  - Sédiments 7
  - Organismes aquatiques 7
- Pesticides organochlorés 7
  - Eau 7
  - Sédiments 9
  - Organismes aquatiques 9

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 10

REMERCIEMENTS 10

RÉFÉRENCES 10

Tableaux

1. Stations, dates d'échantillonnage et spécimens prélevés, rivière des Outaouais, 1986 2
2. Chlorophénols dans les eaux de la rivière des Outaouais, 1986 5
3. Chlorophénols dans les sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 5
4. Chlorophénols dans les moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986 6
5. Concentrations de chlorophénols supérieures à celles recommandées pour les formes de vie dulcicoles 6
6. Granulométrie et teneur en carbone organique des sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 7
7. Poids et dimension des moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986 7
8. Pesticides organochlorés dans les échantillons d'eau de la rivière des Outaouais, 1986 8
9. Pesticides organochlorés dans les sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 8
10. Pesticides organochlorés dans les moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986 9
11. Concentrations de pesticides organochlorés supérieures à celles recommandées pour les formes de vie dulcicoles 9

Illustrations

Figure 1. Stations d'échantillonnage dans la rivière des Outaouais, 1986 2
Figure 2. Schéma d'un extracteur à grand volume 3

Résumé

La Direction de la qualité des eaux, Région de l'Ontario, a effectué en 1986 une étude du cours inférieur de la rivière des Outaouais pour déterminer la concentration et la répartition des chlorophénols (CP) et des pesticides organochlorés (OC) dans l'eau, les sédiments de fond et les organismes aquatiques.

Les concentrations de CP et d'OC dans l'eau étaient bien inférieures à celles recommandées pour la protection des formes de vie dulcicoles. Dans les sédiments et les organismes aquatiques, les teneurs en OC étaient la plupart du temps inférieures au seuil de détection, et les concentrations de chlorophénols étaient également très faibles.

Abstract

The Water Quality Branch, Ontario Region, surveyed the lower Ottawa River during 1986 to determine the concentration and distribution of chlorophenols (CPs) and organochlorine pesticides (OCs) in water, bottom sediment and biota.

Concentrations of CPs and OCs in water were well below established guidelines for the protection of freshwater aquatic life and were found for the most part to be below the analytical detection limit for OCs in both sediment and biota. Chlorophenol concentrations in sediment and biota were also very low.

Répartition des pesticides dans le cours inférieur de la rivière des Outaouais, 1986

J.C. Merriman et J.L. Metcalfe

INTRODUCTION

La qualité de l'eau de la rivière des Outaouais, en aval de la région de la capitale nationale (RCN) et jusqu'à la limite entre l'Ontario et le Québec, dépend des apports ponctuels et diffus dus, entre autres, à de nombreux effluents urbains et industriels provenant de la région d'Ottawa-Hull ainsi qu'aux eaux résiduaires des usines de pâtes et papiers situées dans cette région, à Gatineau, à Masson et à Thurso. Étant donné que les terres du bassin inférieur de l'Outaouais font l'objet d'une exploitation agricole considérable, cette rivière ou ses tributaires reçoivent directement des eaux de ruissellement provenant de sources diffuses.

La Direction de la qualité des eaux (DQE), Région de l'Ontario, et l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada ont réalisé conjointement une étude sur le cours inférieur de l'Outaouais, financée à même le Fonds du Ministère pour les pesticides. Le but de cette étude était d'obtenir des renseignements détaillés sur la concentration et la répartition des pesticides organochlorés et des chlorophénols dans l'eau, les sédiments de fond et les organismes aquatiques ainsi que de déterminer l'origine possible des pesticides et leurs effets sur l'utilisation de l'eau.

On a choisi d'étudier en particulier les pesticides organochlorés (OC) et les chlorophénols (CP) parce que des OC avaient été décelés dans les eaux de la région de la capitale nationale (Merriman et McCrea, 1985; Comité de coordination pour la qualité des eaux de la rivière des Outaouais, 1986) et que des CP avaient été trouvés dans les eaux résiduaires des usines de pâtes et papiers (Santé et Bien-être social Canada, 1980). En outre, plusieurs de ces substances figurent sur la liste des ingrédients actifs mentionnés dans le Rapport sur le sondage de 1986 auprès des fabricants de pesticides homologués (Environnement Canada, 1987) et peuvent être analysées quantitativement par le Laboratoire national d'analyse de la qualité des eaux (LNAQE) à Burlington, Ontario.

Les chlorophénols constituent un important groupe de produits chimiques dont les diverses utilisations sont fondées sur leur action pesticide ou biocide. Ils peuvent être employés comme bactéricides, myxobactéricides, fongicides, herbicides et insecticides. Au Canada, ils sont surtout utilisés comme agents de préservation du bois, mais ils servent aussi à préserver la peinture, les boues de forage, les solutions photographiques, les peaux, le cuir et les textiles. Ils sont employés comme antimicrobiens pour les systèmes de refroidissement industriels ainsi que dans les usines de pâtes et papiers, et le secteur agricole s'en sert comme herbicides et pesticides.

Les chlorophénols pénètrent dans le milieu aquatique de diverses façons, entre autres lorsqu'ils sont transportés par les eaux résiduaires des usines de pâtes et papiers et des installations de traitement du bois. Ils peuvent aussi contaminer les lacs et les rivières lors de la chloration de l'eau potable contenant des phénols ainsi que des effluents des stations d'épuration des eaux d'égout, et lorsqu'ils proviennent de sources diffuses, comme les eaux de ruissellement des terres agricoles (Jones, 1981). Les CP sont très répandus dans le milieu aquatique, et leur présence a également été décelée dans les précipitations (Jones, 1981; Conseil national de recherches du Canada, 1982).

Les organochlorés sont surtout utilisés comme insecticides domestiques et commerciaux. Aucun n'est fabriqué au Canada; ils sont tous importés, et, en vue de leur emploi au pays, homologués par Agriculture Canada. Comparativement à d'autres insecticides comme les organophosphorés et les carbamates ainsi qu'aux herbicides, ils sont plus toxiques pour les formes de vie aquatiques, peuvent être plus facilement absorbés et retenus dans les tissus des organismes vivants et demeurent plus longtemps dans les écosystèmes aquatiques (Edwards, 1977).

MÉTHODES

Les stations d'échantillonnage sont indiquées à la figure 1. Le tableau 1 montre les dates et les spécimens prélevés.

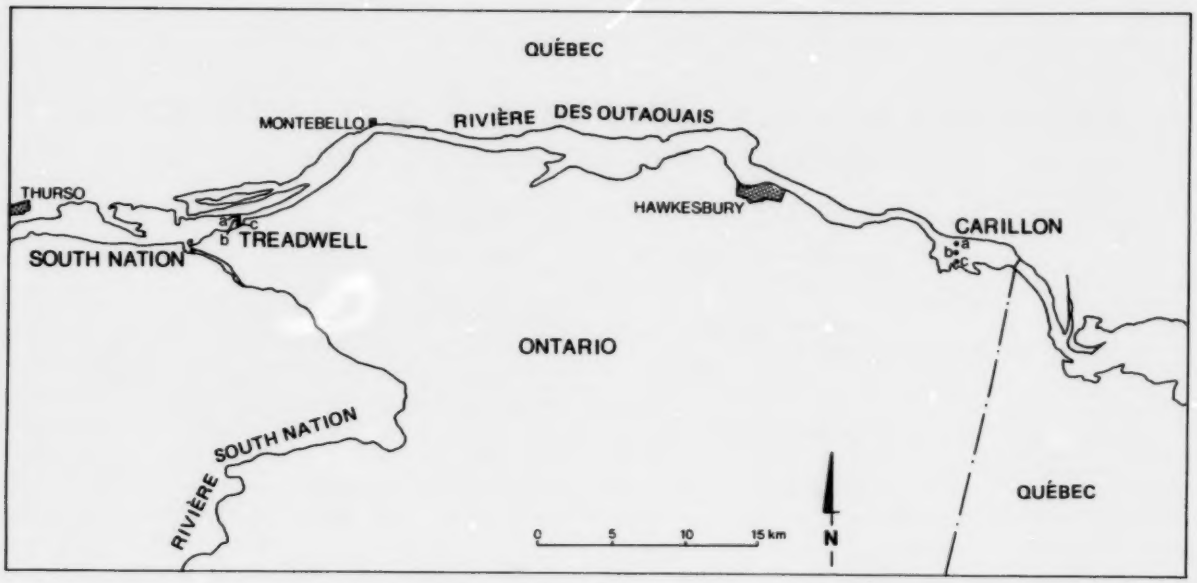

Figure 1. Stations d'échantillonnage dans la rivière des Outaouais, 1986.

Tableau 1. Stations, dates d'échantillonnage et spécimens prélevés, rivière des Outaouais, 1986

Station	Date d'échantillonnage	Eau	Sédiments	Moules (*E. complanata*)
South Nation	86-07-16	Oui	Oui	Oui (en cage)
Treadwell A	86-07-16	Oui	Oui	Oui (en cage)
Treadwell B	86-07-16	Oui	Oui	Non
Treadwell C	86-07-16	Oui	Oui	Oui (en cage)
Carillon A	86-07-15	Oui	Oui	Oui (à demeure)
Carillon B	86-07-15	Oui	Oui	Non
Carillon C	86-07-15	Oui	Oui	Oui (en cage)

Eau

L'eau de la rivière a été centrifugée sur place à l'aide d'un séparateur Westfalia. Elle a été pompée à raison de 6 $L \cdot min^{-1}$ à l'aide d'une pompe submersible March 5C-MD à entraînement magnétique. Un tube de téflon chemisé d'acier inoxydable a été utilisé pour relier la pompe à la centrifugeuse.

Deux contenants de 20 L en acier inoxydable, préalablement nettoyés, ont servi à recueillir chacun des échantillons à grand volume prélevés pour le dosage des organochlorés. Dans le cas des chlorophénols, les échantillons ont été recueillis dans des bouteilles de verre de 1 L préalablement nettoyées et acidifiées, et ils ont été gardés au froid jusqu'au moment de l'analyse.

Chaque jour, les échantillons à grand volume ont été expédiés à Ottawa où, dans une remorque, ils ont été extraits à l'aide d'un extracteur en continu récemment mis au point par l'INRE (Goulden et Anthony, 1985). Il s'agit d'un appareil faisant fonction de mélangeur et de décanteur qui permet de séparer de l'eau les composés organiques présents en traces et de les concentrer dans le dichlorométhane (DCM) (figure 2). Tout d'abord, 200 mL de DCM distillé dans du verre ont été aspirés dans la chambre de mélange, et le débit de la pompe pour le solvant a été rétabli pour garder le même volume. Une tige de verre, insérée dans l'extrémité du tube de téflon servant à l'amenée de l'eau, a été immergée dans le contenant en acier inoxydable, et la pompe d'alimentation en eau a été mise en marche à un débit de 640 $mL \cdot min^{-1}$. Comme la température de l'eau était d'environ 20 °C, le tube chauffant n'a pas été utilisé. Une solution contenant des étalons internes a été ajoutée à l'échantillon à raison de 1.4 $mL \cdot min^{-1}$, et, pour en déterminer le volume, le temps de marche de la pompe a été mesuré. Une fois tout l'échantillon passé dans l'extracteur, les pompes pour l'eau, le solvant et les étalons internes ainsi que l'agitateur ont été arrêtés, et le temps de marche a été enregistré. Une fois le DCM séparé de l'eau dans la chambre de mélange, il a été transvasé par gravité dans un entonnoir à décantation de téflon. L'extrait au solvant a ensuite été recueilli dans une bouteille de verre de couleur ambre, préalablement nettoyée, d'une capacité de 500 mL. L'eau qui restait dans l'extracteur a été transvidée dans l'entonnoir à décantation et ensuite réutilisée pour laver la

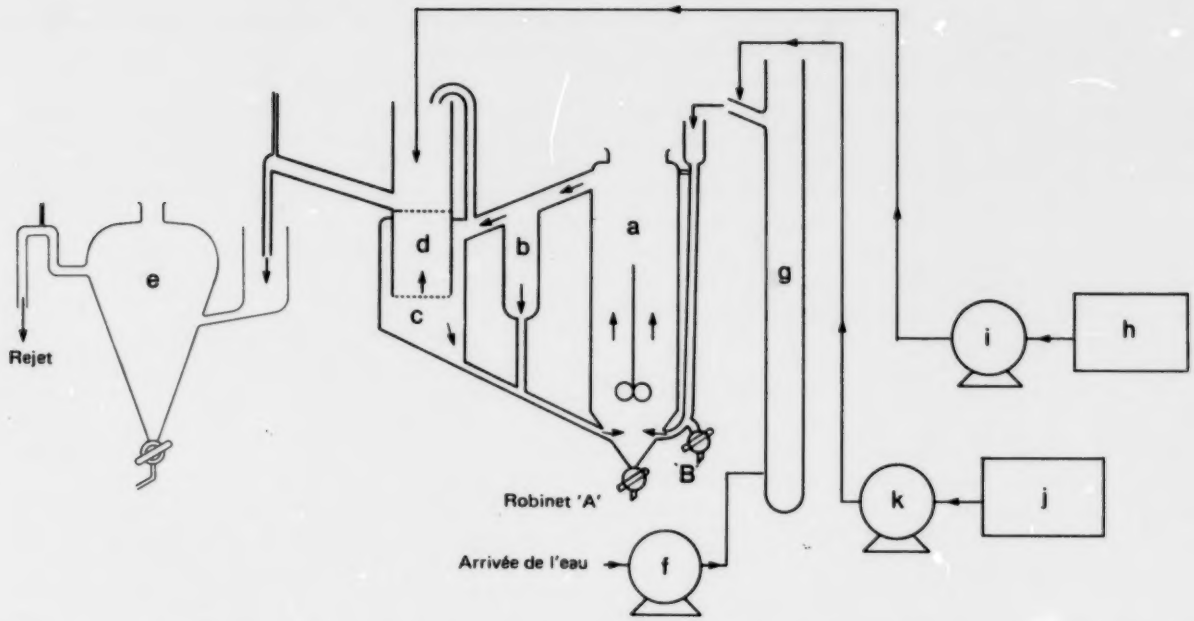

Figure 2. Schéma d'un extracteur à grand volume (d'après Neilson et coll., 1987). *a* – chambre de mélange; *b* – première chambre de décantation; *c* – deuxième chambre de décantation; *d* – colonne garnie; *e* – entonnoir à décantation; *f* – pompe volumétrique pour l'eau; *g* – tube chauffant; *h* – bouteille à solvant; *i* – pompe pour le solvant d'appoint; *j* – bouteille contenant les étalons internes; *k* – pompe pour la solution contenant les étalons.

colonne garnie. Le DCM encore présent a été recueilli et ajouté au contenu de la bouteille, qui a été placée à l'abri de la lumière et à 4 °C jusqu'à ce que le Laboratoire national de la qualité des eaux commence l'analyse.

Au laboratoire, les extraits de DCM ont été purifiés et concentrés à un volume permettant de les analyser directement par chromatographie en phase liquide-gazeuse. Un détecteur à capture d'électrons a été utilisé.

Les échantillons prélevés pour le dosage des chlorophénols ont été extraits avec du DCM, et la phase organique a ensuite été lavée avec une solution de bicarbonate de potassium à 2 %. Les phénols contenus dans les extraits basiques ont été traités en vue d'obtenir des dérivés et purifiés sur une colonne de gel de silice avant d'être dosés par chromatographie en phase liquide-gazeuse à l'aide d'un détecteur à capture d'électrons.

Sédiments

À toutes les stations, des sédiments de fond ont été prélevés à l'aide d'une benne Ponar. Le dessus de chaque échantillon (les trois premiers centimètres) a été enlevé, placé dans un bocal de verre lavé avec le solvant et fermé par un couvercle recouvert à l'intérieur d'une feuille d'aluminium, puis congelé.

Avant l'analyse, les échantillons ont été dégelés, débarrassés de leur excès d'eau et homogénéisés. Ils ont ensuite été extraits avec un mélange 1:1 d'hexane et d'acétone, lavés à l'eau et à nouveau extraits avec du benzène. Les extraits réunis ont été asséchés, concentrés, traités par chromatographie à perméation de gel et purifiés à nouveau sur une colonne de gel de silice. Deux fractions ont ainsi été obtenues, et chacune a été analysée par chromatographie en phase liquide-gazeuse pour déceler la présence d'organochlorés.

Les sédiments prélevés pour le dosage des chlorophénols ont été acidifiés à pH 1, puis extraits à l'aide d'un appareil Soxhlet avec un mélange d'acétone et d'hexane. Les extraits ont été lavés avec une solution de bicarbonate de sodium à 2 %, puis acétylés pendant qu'ils étaient extraits avec de l'éther de pétrole. Les extraits obtenus ont été asséchés et concentrés avant d'être purifiés sur une colonne de gel de silice. La fraction contenant les acétates de phénol a été recueillie et analysée par chromatographie en phase liquide-gazeuse (détection par capture d'électrons) et spectrographie de masse.

La teneur des sédiments en carbone organique et en azote a été déterminée par combustion thermique à 850 °C; le dioxyde de carbone, l'eau et l'azote gazeux ainsi obtenus ont été séparés par chromatographie et dosés quantitativement à l'aide d'un détecteur à conductivité thermique couplé à un enregistreur et à un intégrateur électronique.

La granulométrie des sédiments de fond a été faite par la méthode du tamis et du sédigraphe, qui donne les pourcentages de gravier, de sable, de limon et d'argile. Les échantillons ont été lyophilisés et désagrégés avec précaution dans un mortier. Toutes les particules assez grosses (0.80 mm) pour boucher le tube à succion du sédigraphe ont été enlevées, puis les échantillons ont été dispersés dans une suspension de Calgon, et l'analyse automatique a été effectuée au moyen du sédigraphe. Les données obtenues ont été traitées par informatique à l'aide du logiciel SIZDIST, un programme utilisant le FORTRAN IV (Sandilands et Duncan, 1980). Cette méthode a été décrite en détail par Duncan et LaHaie (1979).

Organismes aquatiques

Les moules (*Elliptio complanata*) prélevées d'une source non contaminée, le lac Balsam, ont été placées dans des cages en acier inoxydable à toutes les stations. Environ 10 semaines plus tard, elles ont été enlevées de la rivière, congelées et expédiées au laboratoire. Des moules à demeure ont été prélevées au moyen d'une benne Ponar, immédiatement congelées et expédiées au laboratoire en même temps que les autres. Les organochlorés, les chlorophénols et les lipides ont été dosés dans les moules à demeure et encagées. Malheureusement, lorsqu'on a voulu enlever les cages à la station Carillon A après 10 semaines, on s'est aperçu qu'elles avaient disparu; en conséquence, les données obtenues à cet endroit ne valent que pour les moules à demeure seulement.

Pour le dosage des organochlorés, les tissus des moules ont été homogénéisés et asséchés à l'aide de sulfate de sodium. Les lipides ont été extraits avec du dichlorométhane et séparés sur une colonne à perméation de gel; une autre purification a été effectuée au moyen d'une colonne de gel de silice. Chacune des deux fractions obtenues a été analysée quantitativement par chromatographie en phase liquide-gazeuse.

Dans le cas des chlorophénols, les tissus ont été acidifiés et extraits avec du toluène. Les extraits ont ensuite été asséchés avec du sulfate de sodium acidifié, et les lipides ont été séparés sur une colonne à perméation de gel. Une extraction en milieu basique a été suivie de la préparation de dérivés avec de l'anhydride acétique, et l'extrait, après avoir passé sur une colonne de gel de silice, a été analysé quantitativement par chromatographie gazeuse et spectrographie de masse.

Pour déterminer la teneur en lipides, on a homogénéisé les tissus avec du sulfate de sodium et de l'éther de pétrole. Le résidu a ensuite été extrait au moyen d'un appareil Soxhlet avec le même solvant, et l'extrait, après distillation jusqu'à un volume de 1 mL, a été séché et pesé. Le pourcentage de lipides a ensuite été calculé.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chlorophénols

Eau

C'est en 1986 que le Laboratoire national de la qualité des eaux a commencé à effectuer différents dosages de chlorophénols. En raison de la mise au point de la nouvelle méthode, aucun seuil de mesure n'avait été établi au moment de la rédaction du présent document, et les concentrations ont été exprimées en nanogrammes par échantillon. Il est fort probable que les très faibles valeurs obtenues pour certains échantillons seront inférieures à ce seuil lorsqu'il sera défini.

Les tableaux 2, 3 et 4 montrent les concentrations de chlorophénols trouvés pour l'eau, les sédiments et les moules. Des 20 chlorophénols recherchés, seulement quatre ont pu être décelés : le chloro-4 phénol (4-CP), le trichloro-2,4,6 phénol (2,4,6-TCP), le trichloro-3,4,5 phénol (3,4,5-TCP) et le pentachlorophénol (PCP), et, à l'exception du 3,4,5-TCP, ils sont utilisés pour des fins commerciales ou vendus sur le marché canadien (Jones, 1981).

Les concentrations des différents chlorophénols trouvés dans les eaux de la rivière des Outaouais étaient inférieures à 100 $ng \cdot L^{-1}$; toutefois, dans le cas d'un échantillon, la teneur en 3,4,5-TCP était légèrement supérieure. Comme l'indique le tableau 5, toutes les concentrations dans l'eau étaient bien inférieures à celles mentionnées dans les recommandations pour la qualité des eaux au Canada en vue de la protection des formes de vie dulcicoles (CCMRE, 1987).

Le chlorophénol le plus fréquemment décelé dans l'eau, le 4-CP, a été trouvé à toutes les stations en concentrations variant entre 6 et 75 $ng \cdot L^{-1}$. Le 3,4,5-TCP a été décelé dans cinq des sept échantillons d'eau, en concentrations variant entre ND et 115 $ng \cdot L^{-1}$. Carey et coll. (1986) ont signalé que ce composé était le principal produit de dégradation de la déshalogénation anaérobie du PCP. Un

Tableau 2. Chlorophénols dans les eaux de la rivière des Outaouais, 1986 (ng)

Composé	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
2-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophénol	6	41	14	64	75	16	24
5-Méthyl-2-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Méthyl-4-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophénol	ND	ND	3	12	17	3	ND
2,3,6-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophénol	ND	12	31	18	115	14	ND
2,3,5,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophénol	ND	ND	2	3	5	2	ND

Note : Volume de tous les échantillons = 1 L.
ND = Non décelable.

Tableau 3. Chlorophénols dans les sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 (ng)

	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
Poids de l'échantillon (g)	40.18	47.85	42.09	33.33	32.92	26.56	40.00
2-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5-Méthyl-2-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Méthyl-4-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophénol	ND	ND	ND	96.6	ND	ND	ND
2,3,6-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophénol	ND	ND	ND	341.0	ND	ND	ND

ND = Non décelable.

Tableau 4. Chlorophénols dans les moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986 (ng)

	South Nation (en cage)	Treadwell (en cage) A	Treadwell (en cage) C	Carillon (à demeure) A	Carillon (en cage) C	Lac Balsam
Teneur en lipides (%)	0.99	0.98	0.68	1.13	0.85	0.69
Poids de l'échantillon (g)	10.82	10.25	9.68	8.34	10.22	11.87
2-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-Chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5-Méthyl-2-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-Méthyl-4-chlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,5-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4-Dichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophénol	20.6	13.1	16.6	17.1	21.4	ND
2,3,6-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3,4,5-Trichlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5-Tétrachlorophénol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophénol	28.1	ND	18.0	ND	22.0	ND

ND = Non décelable.

Tableau 5. Concentrations de chlorophénols supérieures à celles recommandées pour les formes de vie dulcicoles

Composé	Concentration recommandée ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Intervalle de concentration ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Valeurs supérieures
Monochlorophénols	7	0.006–0.075	0
Dichlorophénols	0.2	ND	0
Trichlorophénols	18	ND–0.132	0
Tétrachlorophénols	1	ND	0
Pentachlorophénol	0.5	ND–0.005	0

ND = Non décelable.

autre trichlorophénol, le 2,4,6-TCP, a été trouvé dans quatre des sept échantillons d'eau (concentration la plus élevée : 17 $ng \cdot L^{-1}$). Le pentachlorophénol a été décelé dans quatre échantillons d'eau, mais seulement à l'état de traces (concentration maximale : 5 $ng \cdot L^{-1}$).

Les concentrations de chlorophénols dans l'eau indiquent deux anomalies. D'abord, les concentrations trouvées dans la rivière South Nation près de son point de confluence avec la rivière des Outaouais étaient les plus faibles de celles observées à toutes les stations d'échantillonnage. À l'exception du 4-CP, présent en traces, aucun autre chlorophénol n'a pu être décelé. Cette station a été choisie parce que l'on a cru qu'elle serait représentative de l'utilisation des terres pour des fins agricoles. Les concentrations de chlorophénols dans l'eau portent à croire que les apports de ces composés dus à l'exploitation agricole sont très faibles. Toutefois, la présence de 2,4,6-TCP et de PCP dans *E. complanata* laisse supposer qu'il existe des sources de chlorophénols dans le bassin hydrographique.

Ensuite, les concentrations de chlorophénols étaient toujours plus élevées à la station Carillon A, probablement à cause des apports provenant des usines de pâtes et papiers situées sur la rive québécoise de la rivière à Gatineau, Masson et Thurso ainsi que des eaux d'égout urbaines. Bien que ces sources ponctuelles majeures se trouvent en amont de Treadwell, les concentrations mesurées à la station Treadwell A étaient inférieures à celles observées plus en aval, à la station Carillon A. La présence d'autres sources ponctuelles en aval de Treadwell a peut-être été la cause des concentrations plus élevées à Carillon.

Ces deux anomalies montrent donc les désavantages d'une seule campagne d'échantillonnage qui n'est pas nécessairement représentatif de la qualité des eaux en un endroit en particulier ou de façon générale. Pour obtenir des résultats plus concluants, il faudrait augmenter la fréquence des échantillonnages.

Sédiments

La présence de chlorophénols n'a été décelée que dans un seul échantillon de sédiments, à la station Treadwell C; de faibles quantités de pentachlorophénol et de 2,4,6-TCP, équivalant à quelques parties par milliard, ont été trouvées (tableau 3). On n'a pu déceler aucun autre chlorophénol dans les autres échantillons.

La granulométrie des sédiments de fond a donné des résultats assez variables (tableau 6). À la station Treadwell C, le pourcentage d'argile était le plus faible, et la teneur en carbone organique, la plus élevée. Selon Karickhoff et coll. (1979), l'adsorption de composés hydrophobes sur les sédiments était directement reliée à la teneur en carbone organique. Il s'agit probablement d'un facteur plus important que la dimension des particules et qui pourrait expliquer la présence de chlorophénols à la station Treadwell C.

Tableau 6. Granulométrie et teneur en carbone organique des sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 (%)

Station	Gravier	Sable	Limon	Argile	Carbone organique
South Nation	0	10.8	45.5	43.8	1.6
Treadwell A	0	43.1	40.2	16.8	3.8
Treadwell B	0	32.5	39.9	27.6	3.2
Treadwell C	0	77.9	9.0	13.1	4.0
Carillon A	0	4.9	54.6	40.5	0.9
Carillon B	0	14.3	43.7	42.1	2.4
Carillon C	0	12.9	52.1	35.0	1.7

Organismes aquatiques

La dimension des moules (*E. complanata*) et le poids des tissus sont indiqués au tableau 7, et le tableau 4 donne la teneur en lipides. La station Carillon A a été la seule où les moules à demeure ont été analysées. À toutes les autres stations, les moules encagées ont été analysées après avoir passé environ deux mois dans la rivière. Il n'y avait aucune différence évidente entre les résultats obtenus pour les moules encagées et ceux pour les moules à demeure. Le pentachlorophénol et le 2,4,6-TCP ont été les seuls chlorophénols trouvés dans les tissus des moules. Le 2,4,6-TCP était présent dans tous les échantillons, et le PCP, dans trois échantillons sur cinq. Les concentrations de 2,4,6-TCP ne variaient pas beaucoup d'une station à l'autre (de 1.3 à 2.1 $ng \cdot g^{-1}$), tandis que les concentrations de PCP variaient entre ND et 2.6 $ng \cdot g^{-1}$. Les teneurs en chlorophénols semblent être très faibles et semblables aux concentrations ambiantes ou courantes.

Des facteurs de bioconcentration (FBC) ont été calculés pour les stations où des chlorophénols ont été décelés dans l'eau et les moules. Dans le cas des stations Treadwell C et Carillon A, les FBC du 2,4,6-TCP étaient respectivement de 142 et 124, tandis qu'à la station Treadwell C, le FBC du PCP a été établi à 633. Les facteurs de bioconcentration ont tendance à augmenter avec le nombre d'atomes de chlore des chlorophénols. Même s'il a été démontré que l'absorption de ces composés était rapide, leur désorption l'est également (ministère de l'Environnement de l'Ontario, 1984).

Tableau 7. Poids et dimension des moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986

Station	Dimension (mm)	Poids (g)
South Nation	7.55	16.64
(moules encagées)	7.04	12.45
	7.29	14.89
	6.75	16.31
	7.10	14.37
Treadwell A	7.12	14.22
(moules encagées)	7.02	10.83
	6.30	15.68
	7.22	12.96
	6.44	11.24
Treadwell C	6.90	11.06
(moules encagées)	6.72	9.08
	6.12	12.88
	6.76	11.94
	6.22	9.78
Carillon A	6.65	13.73
(moules à demeure)	7.53	14.38
	7.20	9.17
Carillon C	6.30	12.52
(moules encagées)	6.75	11.68
	6.46	9.33
	6.71	12.73
	7.27	10.18
Lac Balsam	6.54	16.00
	7.02	10.43
	7.25	11.51
	6.36	16.82
	6.67	12.80

Dimension : longueur de la coquille.
Poids : poids des tissus seulement.

Pesticides organochlorés

Eau

Les résultats du dosage des 17 pesticides organochlorés recherchés dans l'eau, les sédiments et les organismes aquatiques sont présentés dans les tableaux 8, 9 et 10. Dans les échantillons d'eau à grand volume, cinq des 17 pesticides et métabolites, soit l'α-BHC, le γ-BHC (le lindane), la dieldrine, l'heptachlore époxyde et le

p,p'-DDE, ont été décelés; leur concentration, qui ne variait pas beaucoup, était très faible. L'α-BHC et le lindane, qui se retrouvent constamment dans le milieu aquatique, ont été décelés dans tous les échantillons d'eau à des concentrations variant respectivement entre les limites suivantes : de 1.5 à 1.6 $ng \cdot L^{-1}$, et de 0.4 à 1.4 $ng \cdot L^{-1}$. Dans le cas de l'α-BHC, très peu de variation spatiale a été observée, tandis que la teneur en lindane variait de 0.4 à 0.5 $ng \cdot L^{-1}$ aux stations de la rivière des Outaouais et atteignait une concentration trois fois supérieure à la station South Nation. Un seul échantillon a été prélevé à ce dernier endroit, mais il y a lieu de croire que le lindane est utilisé dans le bassin hydrographique de la rivière South Nation.

Tableau 8. Pesticides organochlorés dans les eaux de la rivière des Outaouais, 1986 ($ng \cdot L^{-1}$)

Composé	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
α-BHC	1.550	1.605	1.565	1.600	1.463	1.470	1.470
Lindane	1.350	0.448	0.500	0.495	0.428	0.435	0.438
Heptachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlore époxyde	ND	0.026	0.036	0.031	0.029	0.032	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDE	0.058	0.037	0.045	0.053	ND	ND	ND
Dieldrine	0.072	0.059	0.074	0.065	0.073	0.073	0.073
Endrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthoxychlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non décelable.

Tableau 9. Pesticides organochlorés dans les sédiments de fond de la rivière des Outaouais, 1986 ($mg \cdot kg^{-1}$)

Composé	South Nation	Treadwell			Carillon		
		A	B	C	A	B	C
α-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lindane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlore époxyde	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dieldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p'-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthoxychlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non décelable.

Tableau 10. Pesticides organochlorés dans les moules (*E. complanata*), rivière des Outaouais, 1986 ($mg \cdot kg^{-1}$)

	South Nation (en cage)	Treadwell (en cage)		Carillon (à demeure) (en cage)		Lac Balsam
		A	C	A	C	
Lipides (%)	0.99	0.98	0.68	1.13	0.85	0.69
α-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lindane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlore époxyde	ND	ND	ND	ND	ND	ND
γ-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Chlordane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-DDE	0.005	ND	0.004	ND	ND	ND
Dieldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p′-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-TDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p′-DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthoxychlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Non décelable.

La dieldrine était le seul autre organochloré décelé dans tous les échantillons; sa concentration variait entre 0.06 et 0.07 $ng \cdot L^{-1}$. Comme l'α-BHC, elle se retrouve constamment dans le milieu aquatique. On a décelé de l'heptachlore époxyde dans cinq des sept échantillons, à des concentrations variant entre ND et 0.04 $ng \cdot L^{-1}$. Le cinquième et dernier organochloré décelé dans l'eau a été le p,p′-DDE, dont la teneur maximale était de 0.06 $ng \cdot L^{-1}$. Il s'agit d'un produit de décomposition du DDT, dont l'utilisation a été restreinte en 1972.

Les concentrations de pesticides organochlorés recommandées pour les formes de vie dulcicoles par le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (1987) n'ont pas été dépassées (tableau 11). Toutes les valeurs obtenues étaient de beaucoup inférieures à ces normes, ce qui laisse supposer que les composés décelés n'étaient pas présents en quantité suffisante pour menacer la vie aquatique.

Tableau 11. Concentrations de pesticides organochlorés supérieures à celles recommandées pour les formes de vie dulcicoles

Composé	Concentration recommandée ($ng \cdot L^{-1}$)	Intervalle de concentration ($ng \cdot L^{-1}$)	Valeurs supérieures (%)
Isomères du BHC	10	1.9–2.9	0
Dieldrine	4	0.059–0.074	0
Heptachlore époxyde	10	ND–0.036	0
DDT et métabolites	1	ND–0.058	0

ND = Non décelable.

Sédiments

Dans les sédiments de fond, les concentrations d'organochlorés étaient inférieures au seuil de mesure, soit 4 $ng \cdot g^{-1}$ (tableau 9). Pour certains d'entre eux, dont l'α-chlordane, le p,p′-DDE et le p,p′-TDE qui étaient la plupart du temps présents en concentrations inférieures à 1 $ng \cdot g^{-1}$, aucune confirmation n'a été faite. En ce qui concerne les paramètres étudiés, la contamination des sédiments de fond ne pose pas de problème. On a trouvé à l'état de traces du p,p′-DDE et du p,p′-TDE, qui sont des produits de dégradation du DDT, tout comme on avait décelé du p,p′-DDE dans l'eau.

Organismes aquatiques

Les tissus des moules ne contenaient presque pas de pesticides organochlorés, et, des 17 composés recherchés, deux seulement ont été décelés dans tous les échantillons, dont le p,p′-DDE, présent en concentration supérieure au seuil de mesure (tableau 10). La plus forte teneur en DDE a été mesurée dans la rivière South Nation, tout comme pour les échantillons d'eau, ce qui indique que les concentrations courantes de ce composé sont un peu plus élevées dans ce bassin hydrographique en raison de l'exploitation

agricole des terres. À toutes les autres stations, les concentrations dans les moules (*E. complanata*) étaient inférieures au seuil de mesure. Dans quatre des cinq sites, l'α-BHC était présent à l'état de traces, à des concentrations inférieures au seuil de mesure, ce qui porte à croire que les moules absorbent ce composé.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les résultats du dosage des pesticides recherchés indiquent que la qualité des eaux de la rivière des Outaouais est très bonne. Les concentrations de CP et d'OC dans l'eau étaient très faibles et bien inférieures à celles recommandées par le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (1987) pour la protection des formes de vie dulcicoles. Compte tenu des valeurs trouvées, aucune restriction sur l'utilisation de l'eau ne s'impose.

Les concentrations de CP et d'OC trouvés dans les sédiments et les moules (*E. complanata*) étaient très faibles. Dans certains cas, elles étaient légèrement plus élevées, ce qui indique une utilisation accrue de ces composés ou un apport provenant de sources ponctuelles ou diffuses, ou des deux à la fois.

Seulement 4 des 20 chlorophénols et 7 des 17 organochlorés recherchés ont été décelés. C'est dans l'eau que ces composés étaient le plus souvent présents; les organismes aquatiques se sont classés au deuxième rang pour la fréquence de détection des CP, et au troisième, en ce qui concerne les OC. Très peu de chlorophénols ont été trouvés dans les sédiments de fond.

L'étude des données montre une certaine variation spatiale. C'est à la station Carillon A que les concentrations de chlorophénols étaient les plus élevées, peut-être à cause des effluents des usines de pâtes et papiers qui se trouvent sur la rive québécoise de la rivière. Dans les sédiments de fond, seulement deux chlorophénols ont été trouvés, et leur présence a été décelée à la station Treadwell C. Il n'y en avait pas à la station South Nation ni plus en aval à Carillon, le long de la rive ontarienne, mais les moules analysées aux stations South Nation et Carillon C en contenaient.

La concentration de lindane dans l'eau était presque trois fois plus élevée à la station South Nation qu'aux stations de la rivière des Outaouais. La concentration de DDE dans l'eau et dans les moules était également plus élevée à cette station, ce qui semble dû au fait que certains composés organochlorés sont utilisés pour des fins agricoles dans le bassin hydrographique de la rivière South Nation.

Dans le cours inférieur de l'Outaouais, où les teneurs en CP et OC sont très faibles, c'est dans les échantillons d'eau qu'il est préférable de déterminer la présence ou l'absence de ces composés, parce que le seuil de détection est inférieur à une partie par billion, tandis que dans le cas des sédiments et des organismes aquatiques, il est de quelques parties par milliard. D'autres recherches sont nécessaires pour savoir si les sédiments en suspension sont de meilleurs échantillons que les sédiments de fond et s'il serait préférable d'utiliser d'autres organismes aquatiques, comme des poissons juvéniles, pour déterminer la concentration et la répartition des substances chimiques recherchées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient J. Kraft et R. Elliott de leur aide sur le terrain ainsi que le Laboratoire national d'analyse de la qualité des eaux, qui n'a pas tardé à effectuer les dosages nécessaires.

RÉFÉRENCES

Carey, J.H., M.E. Fox, et J.H. Hart. 1986. The distribution of chlorinated phenols in the north arm of the Fraser River estuary. NWRI Contribution Series No. 86-45, Division des contaminants de l'environnement, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ont.).

Comité de coordination pour la qualité des eaux de la rivière des Outaouais. 1986. Water Quality in the Ottawa River 1985. Ottawa.

Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE). 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*. Ottawa.

Conseil national de recherches du Canada. 1982. Chlorophénols : critères pour évaluer leurs effets sur l'état de l'environnement. Comité associé sur les critères scientifiques de la qualité de l'environnement, Ottawa.

Duncan, G.A., et G.G. LaHaie. 1979. Size analysis procedures used in the Sedimentology Laboratory, Institut national de recherche sur les eaux. Division de l'hydraulique, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ont.).

Edwards, C.A. 1977. Nature and origins of pollution of aquatic systems by pesticides. Dans *Pesticides in Aquatic Environments*, M. Khan (éd.), Plenum Press, New York.

Environnement Canada. 1987. Rapport sur le sondage de 1986 auprès des fabricants de pesticides homologués, Environnement Canada et Agriculture Canada. Direction des produits chimiques commerciaux, Conservation et Protection, Ottawa.

Goulden, P.D., et D.H.J. Anthony. 1985. Design of a large sample extractor for the determination of organics in water. NWRI Contribution Series No. 85-121, Division des méthodes analytiques, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ont.).

Jones, P.A. 1981. Les chlorophénols et leurs impuretés dans l'environnement canadien. SPE 3-EC-81-2, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa.

Karickhoff, S.W., D.S. Brown, et T.A. Scott. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments. Water Res., 13: 241-248.

Merriman, J.C., et R.C. McCrea. 1985. Contaminants organiques à l'état de traces dans la rivière des Outaouais, région de la capitale nationale, 1980. Étude nº 136, Collection des rapports techniques, Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Burlington (Ont.).

Ministère de l'Environnement de l'Ontario. 1984. Chlorinated Phenols in the Aquatic Environment. Scientific Criteria Document for Standard Development, No. 2-84, Direction des ressources en eau, Toronto (Ont.).

Neilson, M.A.T., R.J.J. Stevens, J. Biberhofer, P.D. Goulden, et D.H.J. Anthony. 1987. A large-sample extractor for determining organics in the Great Lakes. Étude nº 157, Collection des rapports techniques, Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Burlington (Ont.). Sous presse.

Sandilands, R.G., et G.A. Duncan. 1980. SIZDIST - A computer program for size analysis. Division de l'hydraulique, Rapport technique nº 80-08, Institut national de recherche sur les eaux, Burlington (Ont.).

Santé et Bien-être Canada. 1980. Phénols. Dans *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 1978*. Données complémentaires. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa.